

# PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 09-233591

(43)Date of publication of application : 05.09.1997

(51)Int.Cl. H04R 1/40  
H04R 1/02

(21)Application number : 08-060192

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 22.02.1996

(72)Inventor : SASAKI TORU

KIMURA AKIYOSHI

HARA TAKESHI

MIZUUCHI TAKAYUKI

GYOTOKU KAORU

AKIBA IKUE

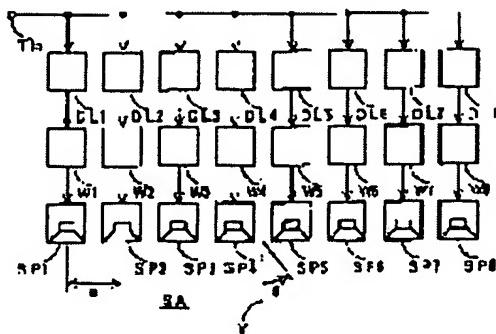
ASADA KOHEI

## (54) SPEAKER EQUIPMENT

### (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To obtain a natural sound field by applying an audio signal whose level, phase or a delay time is corrected to each of plural speaker units and installing the speaker units around a ceiling.

**SOLUTION:** A speaker array SA is made up of 8 speaker units SP1-SP8, which are arranged so that their front axes Y are in parallel in this paper. In this case, the speaker units SP1-SP8 arranged linearly at an equal interval at an interval (a) so that cones are at an equal position in the direction of the front axes Y. Then an audio signal is fed to the speaker units SP1-SP8 from an input terminal Tin via delay circuits DL1-DL8 and level control circuits W1-W8. In this case, the circuits DL1-DL8 delay the input signal or shift the phase of the input signal and the circuits W1-W8 attenuate or amplify the level of the input signal.



**LEGAL STATUS**

[Date of request for examination] 31.01.2003

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

特開平9-233591

(43)公開日 平成9年(1997)9月5日

|                                                |                    |                                    |                        |
|------------------------------------------------|--------------------|------------------------------------|------------------------|
| (51) Int.Cl. <sup>6</sup><br>H04R 1/40<br>1/02 | 識別記号<br>310<br>102 | 序内整理番号<br>F I<br>H04R 1/40<br>1/02 | 技術表示箇所<br>310<br>102 A |
|------------------------------------------------|--------------------|------------------------------------|------------------------|

審査請求 未請求 請求項の数 8 FD (全7頁)

|                            |                                                      |
|----------------------------|------------------------------------------------------|
| (21)出願番号<br>特願平8-60192     | (71)出願人<br>000002185<br>ソニー株式会社<br>東京都品川区北品川6丁目7番35号 |
| (22)出願日<br>平成8年(1996)2月22日 | (72)発明者<br>佐々木 徹<br>東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ<br>ー株式会社内   |
|                            | (72)発明者<br>木村 彰良<br>東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ<br>ー株式会社内   |
|                            | (72)発明者<br>原 純<br>東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ<br>ー株式会社内     |
|                            | (74)代理人<br>弁理士 佐藤 正美                                 |

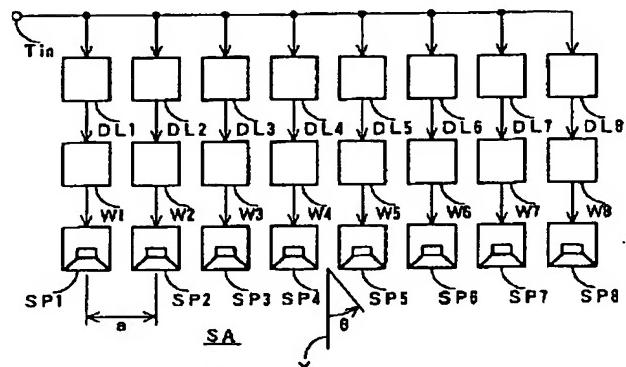
最終頁に続く

## (54)【発明の名称】スピーカ装置

## (57)【要約】

【課題】 設置のための床面積を必要としないで、音像をリスナーの前方に定位させることのできるスピーカ装置を提供する。

【解決手段】 複数のスピーカユニットS P1～S P8を直線状に配置してスピーカアレイSAを構成する。スピーカユニットS P1～S P8のそれぞれに、レベル、位相あるいは遅延時間を補正したオーディオ信号を供給する。スピーカユニットS P1～S P8を部屋の天井ないし天井付近に設置する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】複数のスピーカユニットを直線状に配置してスピーカアレイを構成し、

上記複数のスピーカユニットのそれぞれに、レベル、位相あるいは遅延時間を補正したオーディオ信号を供給するとともに、

上記複数のスピーカユニットを部屋の天井ないし天井付近に設置するようにしたスピーカ装置。

【請求項 2】請求項 1 に記載のスピーカ装置において、上記スピーカアレイの主ビームの方向を、リスナの前方の壁面に向けるようにしたスピーカ装置。

【請求項 3】請求項 1 に記載のスピーカ装置において、上記スピーカアレイの指向性のヌル方向を、リスナの方向に向けるようにしたスピーカ装置。

【請求項 4】複数のスピーカユニットを平面状に配置し、

これら複数のスピーカユニットのそれぞれに、レベル、位相あるいは遅延時間を補正したオーディオ信号を供給するとともに、

上記複数のスピーカユニットを部屋の天井ないし天井付近に設置するようにしたスピーカ装置。

【請求項 5】請求項 4 に記載のスピーカ装置において、上記スピーカアレイの主ビームの方向を、リスナの前方の壁面に向けるようにしたスピーカ装置。

【請求項 6】請求項 4 に記載のスピーカ装置において、上記スピーカアレイの指向性のヌル方向を、リスナの方向に向けるようにしたスピーカ装置。

【請求項 7】請求項 1 ~ 6 に記載のスピーカ装置において、

上記複数のスピーカユニットのそれぞれに供給されるオーディオ信号のレベル、位相あるいは遅延時間を、ユーザが遠隔操作により変更できるようにしたスピーカ装置。

【請求項 8】請求項 1 ~ 6 に記載のスピーカ装置において、

上記複数のスピーカユニットのそれぞれに供給されるオーディオ信号のレベル、位相あるいは遅延時間を、制御信号により変更できるようにしたスピーカ装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】この発明は、主として一般家庭において、オーディオ装置やAV装置などの一部として使用されるスピーカ装置に関する。

## 【0 0 0 2】

【従来の技術】ステレオ再生を目的とするオーディオ装置のスピーカは、通常、リスナの左右前方に適切な間隔をおいて配置される。また、AV装置におけるスピーカも同様に配置されるが、AV装置においては、さらに、ディスプレイのスクリーン（画面）の妨げとならないように配置される。

## 【0 0 0 3】

【発明が解決しようとする課題】ところで、オーディオ装置あるいはAV装置などで使用するスピーカは、なれば常識的に床に置くことが前提とされている。このため、上記のようにスピーカを配置する場合、比較的広い面積を必要としてしまう。特に、AV装置のディスプレイが投射型プロジェクタの場合には、スピーカはスクリーンの外側に配置されるので、さらに広い面積が必要になってしまう。

【0 0 0 4】この結果、スピーカに対し、必然的に小型化あるいは細長い形状化へとニーズが向いてきている。また、ディスプレイ装置が大画面化しつつ薄型化しているので、この点からもスピーカの占有面積がより小さいことが望まれている。

【0 0 0 5】そこで、天井吊り下げタイプの投射型プロジェクタがまったく床面の占有面積を必要としていないよう、スピーカ装置も天井吊り下げタイプとすれば、床面を占有しなくてすむ。

【0 0 0 6】しかし、スピーカを天井付近に設置すると、音像が頭の上に定位してしまい、不自然である。特に、AV装置では画面と音像とが、まったく異なる方向となり、きわめて不自然である。

【0 0 0 7】この発明は、このような問題点を解決しようとするものである。

## 【0 0 0 8】

【課題を解決するための手段】この発明においては、複数のスピーカユニットを直線状に配置してスピーカアレイを構成し、上記複数のスピーカユニットのそれぞれに、レベル、位相あるいは遅延時間を補正したオーディオ信号を供給するとともに、上記複数のスピーカユニットを部屋の天井ないし天井付近に設置するようにしたスピーカ装置とするものである。

【0 0 0 9】この結果、スピーカ装置からの音波は、壁面などで反射してリスナに到達し、音像がリスナの例えば前方に定位する。

## 【0 0 1 0】

【発明の実施の形態】今、図11に示すように、2つのスピーカユニットSP1、SP2を配置する。すなわち、スピーカユニットSP1、SP2の正面軸（中心軸）Y1、Y2が紙面内において並行となるように、かつ、スピーカユニットSP1、SP2のコーン（振動板）が正面軸Y1、Y2の方向において等しい位置となるように、配置する。また、このとき、

a：正面軸Y1、Y2の間隔

$\theta$ ：紙面内において、正面軸Y1、Y2から反時計方向への角度（放射角）  
とする。

【0 0 1 1】そして、オーディオ信号として例えば正弦波信号を、入力端子Tinから遅延回路DL1、DL2を通じてスピーカユニットSP1、SP2に供給するととも

に、このとき、遅延回路DL1、DL2において、信号に対して時間D1、D2 ( $D2 \geq D1$ ) の遅延を行うようにする。

【0012】すると、スピーカユニットSP1から出力される音波と、スピーカユニットSP2から出力される音波とが干渉する。また、このとき、スピーカユニットSP1からの音波と、スピーカユニットSP2からの音波との間には、遅延回路DL1、DL2により時間差 ( $D2 - D1$ ) を生じている。さらに、正面軸Y1、Y2に対して、 $\theta \neq 0$  の軸Y11、Y12(破線図示)の軸上においては、両音波には行路差がある。

【0013】この結果、受音点(リスニング位置)によって両音波の干渉時の位相関係が異なることになり、例えば、ある受音点においては、両音波が同相で加算されてスピーカユニットSP1、SP2が1つの場合の2倍の音量となり、ある受音点においては、両音波が逆相となって相殺され、音量が0となる。つまり、スピーカユニットSP1、SP2の総合の音量特性は指向性を持つことになる。

【0014】図12は、その音量特性の指向性の一例を

$$a/C \cdot (1 - \cos \theta) = 1/f \cdot n$$

$n = 0, 1, 2, \dots$  ( $n = 0$  は主ビームのとき)  
を満足するとき、スピーカユニットSP1、SP2からの音波の位相がそろって主ビームと同じ大きさの副ビームを生じる。

【0018】逆に、 $f = 1000\text{Hz}$ のとき、(1)式を満足するのは、 $n = 0$ だけであり、したがって、主ビーム以外に、同じ大きさの副ビームは生じることはない。

【0019】さらに、 $n = 1$ のとき、(1)式を満足する周波数 $f$ 、すなわち、副ビームを生じる周波数 $f$ は、(1)式から

$$f = C / (a (1 - \cos \theta))$$

となる。上記の数値例では、 $f \approx 1700\text{Hz}$ となるが、これはスピーカユニットSP1、SP2の間隔 $a$ が音波の半波長に等しいときの周波数である。

【0020】以上のように、並べて配置したスピーカユニットSP1、SP2にオーディオ信号を供給するとともに、そのオーディオ信号に時間差を与えると、総合の音量特性に指向性を与えることができる。また、そのときの主ビームの方向あるいはヌル方向は、そのオーディオ信号の時間差によって変更することができる。

【0021】この発明は、このような点に着目してスピーカ装置を構成するものである。

【0022】図1は、この発明の一形態を示し、符号SAはスピーカアレイである。このスピーカアレイSAは、図1の場合、8個のスピーカユニットSP1～SP8から構成され、これらスピーカユニットSP1～SP8は、それらの正面軸(中心軸)Yが紙面内において並行となるように、配列されている。また、このとき、スピーカユニットSP1～SP8のコーン(振動板)が正面軸

示すもので、この例においては、

入力信号：周波数 $f$ が $1000\text{Hz}$ の正弦波信号

$$D2 - D1 = a/C$$

$$C = 340\text{m}/\text{秒} (= \text{音速})$$

$$a = 10\text{cm}$$

の場合である。また、最大音量を $0\text{dB}$ に規格化している。

【0015】そして、この図12によれば、 $f = 1000\text{Hz}$ の場合、 $\theta \geq 30^\circ$ の範囲では、音量はほぼ最大となり、 $\theta = -45^\circ$ の位置では、音量はほとんど0である。

【0016】しかし、同じ条件で、 $f = 5000\text{Hz}$ とすると、図13に示すような指向性となる。そして、この図13によれば、 $\theta \geq 45^\circ$ の部分が主ビームであるが、 $0 \leq \theta \leq 45^\circ$ の範囲に、主ビームと同程度の大きさの副ビーム(グレーティングビーム)を生じている。これは、この副ビームにおいては、両音波の位相差が、波長の整数倍となり、同相で加算されるからである。

【0017】そして、他の副ビームについても同様であり、受音点が間隔 $a$ に比べて十分に離れているとすれば、一般に、

$$\dots (1)$$

Yの方向において等しい位置となるように、間隔 $a$ をもって等間隔に、直線状に配列されている。

【0023】そして、オーディオ信号が、入力端子Tinから遅延回路DL1～DL8およびレベル制御回路W1～W8を通じてスピーカユニットSP1～SP8に供給される。この場合、遅延回路DL1～DL8は、入力されたオーディオ信号の遅延ないし位相のシフト(移相)を行うものであり、レベル制御回路W1～W8は、入力されたオーディオ信号のレベルを減衰ないし増幅するものである。

【0024】そして、図1のスピーカアレイSAにおいては、図示はしないが、遅延回路DL1～DL8およびレベル制御回路W1～W8は、その特性を外部からの制御信号により電気的に制御できるようにされている。なお、遅延回路DL1～DL8およびレベル制御回路W1～W8は、DSPにより構成することができ、このとき、端子Tinからのオーディオ信号をA/D変換してからDSPに供給し、DSPからの信号をD/A変換してからスピーカユニットSP1～SP8に供給することができる。

【0025】そして、図2は、図1のスピーカ装置とりスナとの位置関係を略線的に示す縦方向の断面図である。すなわち、リスナLは、壁面KBに向かって着席しているとともに、その天井TJには、図1のスピーカアレイSAが設けられている。なお、この場合、スピーカユニットSP1～SP8の配列方向(図における右方向)が、壁面KBの方向とされる。

【0026】また、壁面KBは、投射型プロジェクタのスクリーンとすることもでき、あるいは壁面KBの前面にスクリーンを設置することもできる。さらに、通常

は、上記したスピーカアレイSAおよび図1の信号ラインが2組設けられ、ステレオの左チャンネルおよび右チャンネルに使用される。

【0027】このような構成において、レベル制御回路W1～W8における重みとして、例えば0次の第1種ベッセル関数を適用し、主ビームが $\theta = 60^\circ$ の方向を向くように遅延回路DL1～DL8による遅延時間を設定すると、 $a = 10\text{ cm}$ 、 $f = 1000\text{Hz}$ の場合、図3に示すような指向性を得ることができる。

【0028】したがって、図2において、スピーカアレイSAから音波が放出されると、これは、約 $30^\circ$ (=90°-θ)の俯角で、リスナLの前方の壁面KBの方向に放射され、その壁面KBで反射してからリスナLに到達する。そして、このとき、スピーカアレイSAからリスナLに直接音も届くが、図3に示すように、その音量は小さく、壁面KBで反射した主ビームの音波のほうが、はるかに優勢なので、リスナLには直接音は聴こえない。

【0029】ちなみに、通常の視聴環境においては、上記の反射音と直接音との行路差は数m以内であるから、その時間差は15m秒以内であると考えられる。そして、Haasらの研究によれば、反射音が直接音よりおよそ20dB以上のレベルであれば、直接音は聴こえない。

【0030】したがって、リスナLにとって、端子Tinのオーディオ信号による音像は、リスナLの前方に定位しているように感じる。

【0031】こうして、上述のスピーカ装置によれば、スピーカ装置は天井TJないし天井付近に設けることができるので、その設置に床面の占有面積をまったく必要としない。しかも、スピーカ装置が天井TJないし天井付近にあっても、音像はリスナLの前方に定位し、自然である。特に、AV装置では画面と音像とが、同じ方向となり、きわめて自然である。

【0032】また、遅延回路DL1～DL8およびレベル制御回路W1～W8の特性を変更することにより、指向性を変更できるので、音像を例えば前方下方から前方上方へと変化させることもでき、これによりAV装置やTVゲームなどの特殊音響効果を出すこともできる。

【0033】ところで、上述の目的にかなう指向性を得るためにには、いくつかの注意が必要である。すなわち、スピーカアレイの基本的なパラメータであるスピーカユニットの数と、その間隔aについてである。

【0034】デジタルフィルタにおける単位遅延素子の遅延量が、正常に処理できる上限周波数を決定するように、スピーカアレイにおけるスピーカユニットの間隔aは、1つの主ビームを適切に制御できる上限周波数をほぼ決定する。定性的には、音波の半波長がスピーカユニットの間隔aより長い周波数では、主ビームを1つにすることはできるが、それより高い周波数では、主ビームに匹敵する大きさの副ビームが発生する。

【0035】一例として、図1のスピーカアレイSAにおいて、 $f = 3000\text{Hz}$ の場合の指向性を図4に示す。上記のように、スピーカアレイ(線形アレイスピーカ)においては、音波の干渉により指向性を生じ、主ビームの方向では、各スピーカユニットから放射された音波の位相がそろうように遅延回路DL1～DL8の遅延時間D1～D8を調整する。

【0036】このように、信号の周波数が高くなると、主ビーム以外の方向でも、音波の位相がそろう方向を生じるようになる。すなわち、直接音のレベルが無視できなくなってしまう。

【0037】のことに対する対策は、大別して2つある。その第1の方法は、オーディオ信号を帯域分割し、高域用にはスピーカユニットの間隔aの狭いスピーカアレイを用意する方法である。

【0038】すなわち、例えば、8個のスピーカユニットSP1～SP8について、 $a = 10\text{ cm}$ としたスピーカアレイにおける指向周波数特性は、図5に示すようになるが、 $a = 4\text{ cm}$ とすると、図6に示すようになり、指向性の周波数特性が変化している。さらに、図7は、 $a = 4\text{ cm}$ で $f = 3000\text{Hz}$ の場合の指向性であり、図4の指向性と比べると、指向性が改善されている。さらに、図8は、 $a = 4\text{ cm}$ で $f = 5000\text{Hz}$ の場合の指向性である。

【0039】このように、スピーカユニットの間隔aを変更することにより、指向性を変更することができ、必要な指向性を得ることができる。

【0040】さらに、直接音のレベルが無視できるようする第2の方法は、スピーカユニットそのものの指向性を利用する方法である。すなわち、通常のスピーカユニットは円形をしているとともに、特に高域では指向性を示す。したがって、例えば図9に示すように、スピーカユニットSP1～SP8の正面を、スピーカアレイSAの主ビームの方向あるいは反射させる壁面KBの方向に向けることで、リスナLの方向への直接音を、かなり小さくすることができる。

【0041】さらに、第1の方法にせよ、第2の方法にせよ、リスナLへの直接音のレベルを、壁面KBからの反射音のレベルよりも、十分に小さくすることが要点であるが、主ビームは光線とは異なり、多少、ビームの方向を変化させても、その音量はほとんど変化しないので、主ビームの方向の制御よりも、リスナLへの直接音が低レベルになるように指向性を制御することもできる。

【0042】また、スピーカアレイSAの全長が、音波の波長と同程度あるいはそれ以下の周波数、つまり、低い周波数では、十分鋭い指向性は実現できない。例えば、 $a = 10\text{ cm}$ 、 $f = 300\text{Hz}$ の場合、その指向性は、図10に示すようになる。これは、各スピーカユニットSP1～SP8から放射された音波が十分に干渉できなかっためである。

【0043】このような周波数帯域でも、この発明の効果を維持する方法として、主ビームの方向を斜め下方よりむしろ水平に近く設定することが考えられるが、いわゆる双指向性あるいは正負二重音源（ダブルエクスプレット音源）とし、スピーカアレイSAの鉛直方向（リスナLの方向）に、大きな指向性のヌルを形成すればよい。また、一般に、150Hz程度以下の低音については、方向を検知できないと言われているので、このような点を考慮すると、より効果的である。

【0044】さらに、スピーカユニットを、縦横に広がりのある面状あるいはマトリックス状に配列したスピーカアレイとすることもでき、そのようにすれば、リスナLから見て、左右方向への広がりを制御することもできる。例えば、左右の定位感をよりシャープにしたり、中央から離れたリスニング位置でも、適切な定位感を得るようにすることもできる。すなわち、スピーカ装置を物理的に動かさなくても、指向性を制御することができる。

【0045】また、平面状、例えば格子状配列のスピーカアレイでは、リスナの前方に主ビームを設定するだけでなく、左右や前後に切り換えたり、移動させたりすることもできる。つまり、プロジェクタを使用しているような場合、通常は前面のスクリーンに音像を定位させ、場面に応じて側面のスクリーンに音像を移動させるというような音響効果も可能となる。さらに、マルチスクリーンを駆使した映像にも、画面ごとに音像定位を変えることができる。

【0046】そして、以上のような音像の定位位置の変更は、基本的には、各スピーカユニットに供給されるオーディオ信号のレベル、位相あるいは遅延時間を変化させることにより実現しているので、その制御は容易であり、この制御をリスナLが自分で再生音を聴きながら、リモコン（遠隔操作）により行うこともできる。

【0047】あるいはあらかじめ用意された複数の制御

値群（プリセットデータ）から最適なものを選ぶようにしたり、この制御をプログラムあるいはシステムコントロールから行うようにすれば、画像に合わせて定位感を変えることもできる。そして、これはAV装置やゲーム機などで有効である。

#### 【0048】

【発明の効果】この発明によれば、通常の使用において床などに置くスピーカ装置を天井ないし天井付近に設置できるので、居住空間や展示空間などをより広く使うことができる。しかも、リスナの前方にスピーカがなくても、前方に音像を定位させることができるので、自然な音場とすることができる。

【0049】また、音像を前方以外の位置にも定位させることができ、表現力がきわめて増大する。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】この発明の一形態を示す図である。

【図2】この発明の一形態の使用状態を示す図である。

【図3】この発明を説明するための特性図である。

【図4】この発明を説明するための特性図である。

【図5】この発明を説明するための特性図である。

【図6】この発明を説明するための特性図である。

【図7】この発明を説明するための特性図である。

【図8】この発明を説明するための特性図である。

【図9】この発明の他の形態の一部を示す図である。

【図10】この発明を説明するための特性図である。

【図11】この発明を説明するための図である。

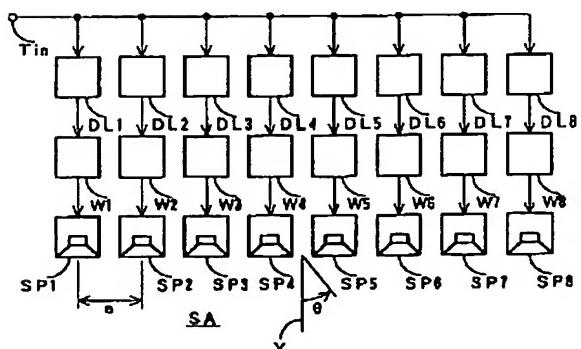
【図12】この発明を説明するための特性図である。

【図13】この発明を説明するための特性図である。

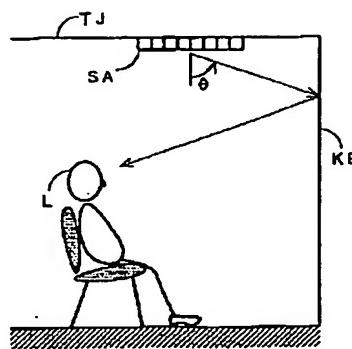
#### 【符号の説明】

DL1～DL8=遅延回路、KB=壁面、L=リスナ、SA=スピーカアレイ、SP1～SP8=スピーカユニット、Tin=入力端子、TJ=天井、W1～W8=レベル制御回路

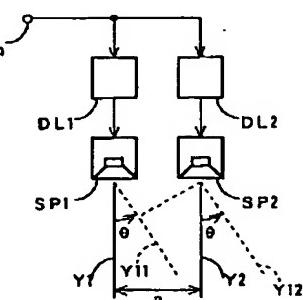
【図1】



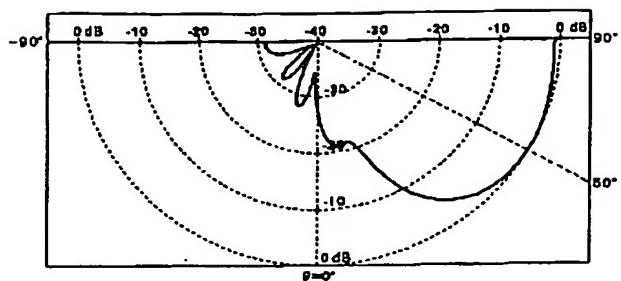
【図2】



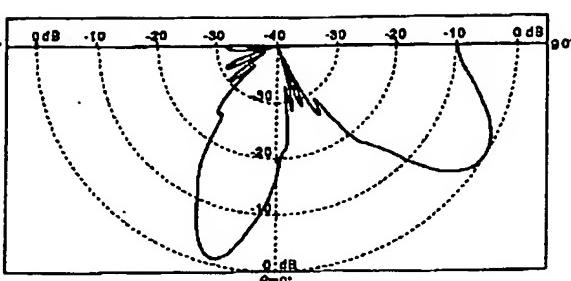
【図11】



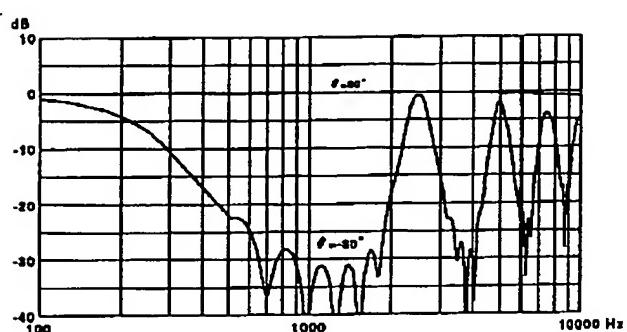
【図 3】



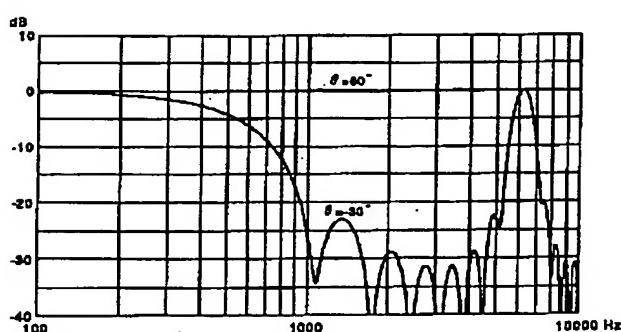
【図 4】



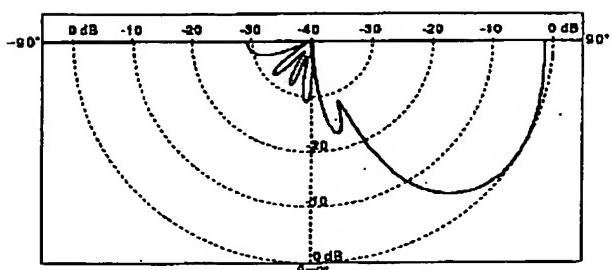
【図 5】



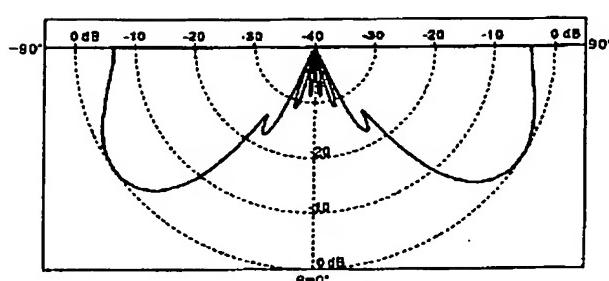
【図 6】



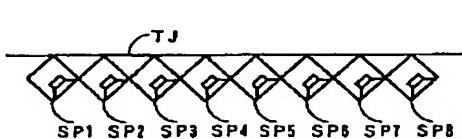
【図 7】



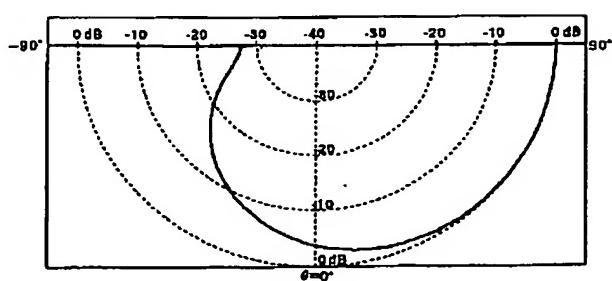
【図 8】



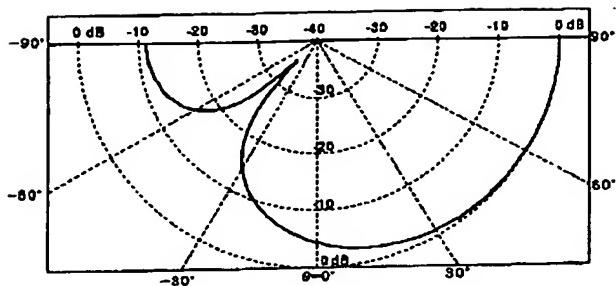
【図 9】



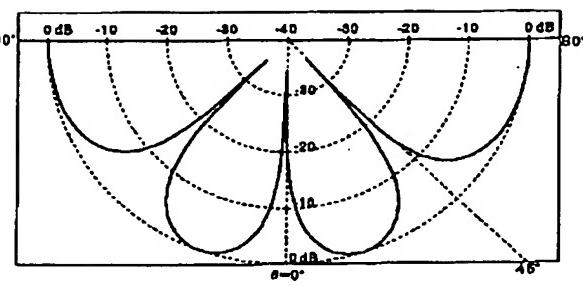
【図 10】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

(72)発明者 水内 崇行  
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ  
一株式会社内

(72)発明者 行徳 薫  
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ  
一株式会社内

(72)発明者 秋葉 育江  
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ  
一株式会社内

(72)発明者 浅田 宏平  
東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニ  
一株式会社内